

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053001

International filing date: 18 November 2004 (18.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10357592.8  
Filing date: 08 December 2003 (08.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 01 March 2005 (01.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

17.02.2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 57 592.8

**Anmeldetag:**

08. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:**Continental Teves AG & Co oHG,  
60488 Frankfurt/DE**Bezeichnung:**Verfahren zur Kalibrierung von analog regelnden  
elektrisch ansteuerbaren hydraulischen Ventilen**IPC:**

F 15 B, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

  
Faust

Continental Teves AG & Co. oHG

08.12.2003

P 10833

GP/BR/ad

R. Schmidt

M. Loos

A. Reis

A. Neu

### **Verfahren zur Kalibrierung von analog regelnden elektrisch ansteuerbaren hydraulischen Ventilen**

Es ist bekannt, in ABS-Steuergeräten für Kraftfahrzeugbremsysteme, aber auch in sogenannten Fahrdynamikreglern mit zusätzlichen Funktionen wie ESP etc., analog regelnde elektrisch ansteuerbare hydraulischen Ventile zur Regelung des Hydraulikdrucks einzusetzen.

Bei neueren Generationen von Hydraulikregelvorrichtungen werden sogenannte Analog/Digital-Ventile eingesetzt. Ein Analog/Digitalventil ist ein Schaltventil, welches so betrieben wird, dass es analoge Regeleigenschaften besitzt. Dieses Ventil ist in der Weise konstruiert, dass es sowohl analog als auch digital betrieben werden kann.

Ein Verfahren zur Erkennung des Schaltpunktes des Ventils, insbesondere zur Bestimmung der Druckverhältnisse aus dem Stromverlauf des Ventilansteuerstromes, geht aus der EP 0 813 481 B1 (P 7565) hervor.

Im Prinzip lässt sich der durch das Ventil aufgebaute Druckgradient über den Spulenstrom einstellen. Allerdings ist hierzu bekanntlich eine aufwendige Kalibrierung notwendig. Hierzu werden, wie z.B. in der WO 01/98124 A1 (P 9896) beschrieben, Kennlinien für die Ventile ermittelt und in Ab-

hängigkeit vom gewünschten Druckgradienten mit Hilfe der Kennlinien berechnete Sollströme eingestellt. Der Volumenstrom  $Q$  hängt demzufolge über die Kennlinie  $f$  vom Differenzstrom  $\Delta p$  und vom Strom  $I$  ab.

Eine Erstellung von individuellen Kalibrierdaten oder Kennlinien für jedes Ventil während der Fertigung ist allerdings aufwendig und nachteilhaft. Wird zum Beispiel die Elektronik einer diese Ventile enthaltenden elektrohydraulischen Vorrichtung zum Zwecke der Wartung zu einem späteren Zeitpunkt ausgetauscht, so gehen ggf. dort gespeicherte Kalibrierdaten verloren. Es besteht daher die Aufgabe, entsprechende Kalibrierdaten oder Kennlinien erst nach dem Einbau in ein Objekt (z.B. Kraftfahrzeug), in dem die elektrohydraulische Vorrichtung genutzt wird, zu erstellen.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Die Kalibrierung nach der Erfindung erfolgt durch die Vorrichtung automatisch. Die Kalibrierung wird bevorzugt erst nach der Produktion des Ventils oder der elektrohydraulischen Vorrichtung in dem Objekt, in dem das Ventil bzw. die elektrohydraulische Vorrichtung eingebaut ist, durchgeführt. Dieses Verfahren ist erheblich kostengünstiger, als eine Erstellung von Kalibrierdaten am Band, da eine Übertragung der Kalibrierdaten in die mit dem Ventil verbundene elektronische Steuerung nicht mehr erforderlich ist.

Vorzugsweise umfasst die elektrohydraulische Regeleinrichtung, in der die Ventile eingebaut sind, mehrere hydraulische Druckregelkreise, die getrennt mittels Einlass- und

Auslassventile ansteuerbar sind. Besonders bevorzugt ist jedem Kreis ein Bremszylinder zugeordnet. Im Beispiel einer Bremsvorrichtung ist jeder Druckregelkreis einem Kraftfahrzeuggrad zugeordnet.

Die elektrohydraulische Regeleinrichtung umfasst eingangsseitig vorzugsweise einen Drucksensor zum Beispiel im Bereich des Hauptzylinders (Thz).

Mehrere oder alle Kreise sind mit weiteren "Kreisdrucksensoren" ausgestattet, welche eine individuelle Druckmessung in jedem Hydraulikkreis gestatten.

Bei den erfindungsgemäß zu kalibrierenden Magnetventilen, wobei es sich insbesondere um stromlos offene Einlassventile eines Bremsenssteuergerätes handelt, hängt der Differenzdruck im wesentlichen vom Spulenstrom ab.

Nach dem Verfahren der Erfindung wird bevorzugt der Öffnungsstrom bestimmt, da dieser in der Regel nicht genau gleich dem Strom ist, der zum Schließen des Ventils benötigt wird.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich zwar auf stromlos offene Ventile, jedoch kann selbstverständlich das Verfahren auch analog für stromlos geschlossene Ventile angewendet werden. Aus "Öffnungsstrom" wird dann "Schließstrom".

Das Verfahren kann vorzugsweise auch gleichzeitig zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion der Vorrichtung verwendet werden.

Zweckmäßigerweise wird die beschriebene Kalibrieroutine nach dem Einbau des Bremsensteuergeräts einmalig bei der ersten Inbetriebnahme oder bei jedem Zündungslauf vorgenommen.

Vorzugsweise befindet sich ein Kraftfahrzeug, in dem die Bremsvorrichtung insbesondere eingebaut ist, während der Durchführung der Kalibrieroutine im Stillstand.

Bevorzugt wird während des Verfahrens überwacht, ob beim Befüllen des Druckspeichers eine bestimmte vorgegebene Maximalzeit nicht überschritten wird.

Es ist weiterhin bevorzugt, dass überwacht wird, ob die ermittelte Kennlinie oder die ermittelten Kalibrierdaten innerhalb eines vorgegebenen Gültigkeitsbereich liegen.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung der Figuren.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand eines Beispiels näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Bremsvorrichtung mit analog ansteuerbaren Ventilen und

Fig. 2 ein Diagramm zur Darstellung der Druckverläufe und des Ventilstroms.

In Fig. 1 ist Tandemhauptzylinder 5 mit Ventilblock 6 eines elektronischen Kraftfahrzeugbremssystems verbunden. Die Elektronikeinheit 7 umfasst ein Mikrocontrollersystem, mit dem die im Ventilblock enthaltenen Aktuatoren und Sensoren elektronisch gesteuert bzw. ausgemessen werden. Ventilblock 6 umfasst zwei Bremskreise I und II. Jeder Bremskreis umfasst zwei Raddruckkreise mit jeweils einem Einlass- 3 und einem Auslassventil 4. 2 bezeichnet ein stromlos offenes Trennventil und 8 ein stromlos geschlossenes elektronisches Umschaltventil. In der zu Hauptzylinder 5 führenden Hydraulikleitung befindet sich ein Eingangsdrucksensor 9. In den Raddruckkreisen befinden sich ein oder mehrere Drucksensoren 10, 10', 10'', 10'''. Pumpe 1 wird zum selbstständigen Druckaufbau verwendet, zum Beispiel im ASR- oder ESP-Fall.

Zur Kalibrierung wird zunächst im ersten Schritt Ventil 2 geschlossen und Ventil 8 geöffnet. Pumpe 1 wird aktiviert. Nach Druckaufbau von etwas 5 bar in Druckkreis A (Kalibrierkreis) wird Ventil 3 geschlossen. Ventil 3' in Kreis B bleibt weiterhin offen, bis ein Druck von etwa 180 bar in Kreis B erreicht wird. Der Druck in Kreis A ist größer Null, damit während der eigentlichen Kalibrierung unerwünschte Effekte (z.B. Kavitation) nicht auftreten.

Im nächsten Schritt wird die Pumpe ausgeschaltet und Ventil 8 geschlossen. Der Druck in Kreis B ist dann zunächst ähnlich einem Druckspeicher eingeschlossen.

Mit Bezug auf Fig. 2 wird nun das weitere Verfahren erläutert. Zum Zeitpunkt t1 wird die Pumpe ausgeschaltet. Der Druck im "Speicherrad" B beträgt etwa 180 bar. Zum Zeitpunkt t2 wird der Ventilstrom des zu kalibrierenden Ventils 3 am



"Kalibrierrad" A so weit erhöht, dass das Ventil fest geschlossen ist. Daraufgehend (ab  $t_3$  bis  $t_4$ ) wird der Strom langsam abgesenkt. Währenddessen, an Punkt " $O_0$ " öffnet das Ventil, so dass der Druck im Speicherrad A sinkt. Entsprechend steigt der Druck in Bereich " $O'$ " im Kalibrierrad B an. Wenn ein Differenzdruck ( $P_B - P_A$ ) von 140 bar erreicht ist, wird Stützstelle  $SP_1$  erfasst und gespeichert. An Punkt  $SP_1$  wird das Ventil 3 durch eine steile Stromerhöhung (Flanke  $F_1$ ) wieder geschlossen. Die Druckänderung wird hierdurch gestoppt. Im Anschluss daran wird durch Stromabsenkung Punkt  $O_1$  gesucht, bei dem das Ventil gerade wieder eine Druckänderung herbeiführt. Dies kann z.B. durch Überwachung einer Unterschreitung eines vorgegebenen Schwellenwertes festgestellt werden. Der Öffnungsstrom an Punkt  $O_1$  wird mit dem Druck an Stützstelle  $SP_1$  verknüpft gespeichert. Danach wird das Verfahren zur Messung weiterer Stützpunkte ( $SP_2, O_2$ ), ( $SP_3, O_3$ ), ..., ( $SP_n, O_n$ ) in entsprechender Weise fortgeführt. Man erhält eine Kalibrierkurve  $\Delta P(I)$  für das Ventil 3.

Das Verfahren wird dann für die übrigen Raddruckkreise B bis D wiederholt, wobei jeweils ein benachbarter Raddruckkreis als Speicherkreis verwendet wird. Auf diese Weise können für alle Einlassventile Kalibrierkurven gemessen werden.

Das Verfahren kann zum Beispiel zusätzlich abgesichert werden dadurch, dass geprüft wird, ob

- alle Drucksensoren plausible Signale liefern,
- das Fahrzeug sich zur Kalibrierzeit im Stillstand befindet,
- eine maximale Zeit für den Druckaufbau nicht überschritten wird,



- 7 -

- die gefundene Kennlinie innerhalb gewisser Schranken liegt (z.B. Maxkennlinie, Minkennlinie, Mindest und Maximal-Steigung).

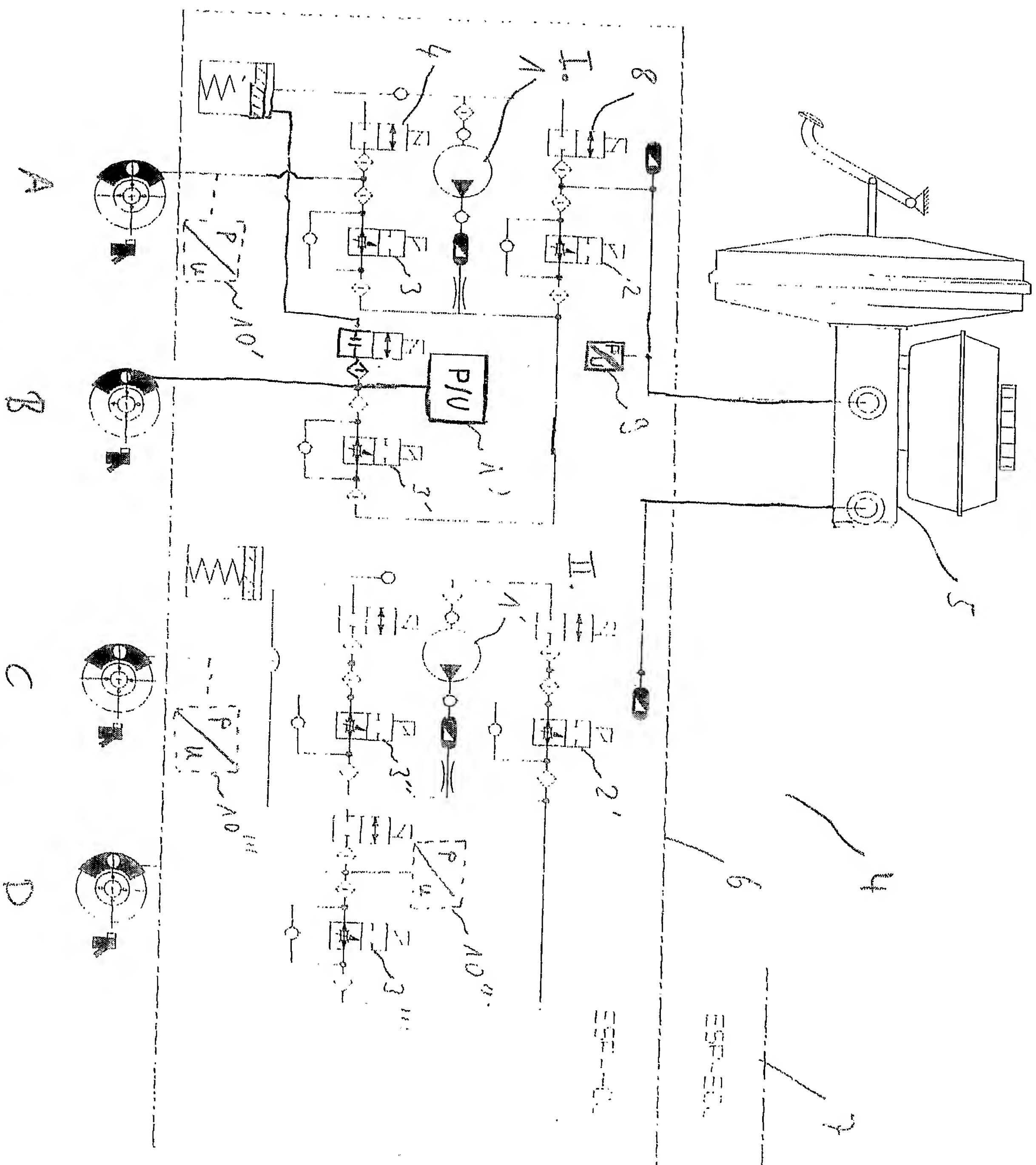
Es ist außerdem zweckmäßig, die Kalibrierdaten bzw. die Daten der Kennlinien durch Prüfsummen abzusichern.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Ventilkalibrierung eines analog regelnden elektrisch ansteuerbaren hydraulischen Hydraulikventils (2, 2', 3, 3', 3'', 3''') in einer Vorrichtung, insbesondere elektrohydraulische Druckregeleinrichtung (4), mit zumindest einer Einrichtung zum fremdkraftgespeisten Druckaufbau (1, 1') und mit Drucksensoren (9, 10, 10', 10'', 10'''), wobei die Vorrichtung mehrere Drucksteuerkreise (A, B, C, D) sowie insbesondere mehrere Bremskreise (I., II.) umfasst und wobei zumindest einige Drucksteuerkreise mit einem diesem Kreis zugeordneten Drucksensor sowie Einlass- und Auslassventilen verbunden sind, dadurch **gekennzeichnet**, dass
  - mehrere Kalibrierrountinen zum Erzeugen und speichern von automatisch ermittelten Kalibrierdaten durchgeführt werden und
  - während oder vor jeder Kalibrierrountine durch die fremdkraftgespeiste Druckaufbaueinrichtung (1, 1') Druck in mind. einem Drucksteuerkreis (A) erzeugt wird und unter Nutzung des aufgebauten Drucks Kalibrierdaten für eines oder mehrere analog regelnde Hydraulikventile aufgenommen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein erster Drucksteuerkreis (A) als Druckspeicher genutzt wird und die Aufnahme der Kalibrierdaten eines Ventils in mindestens einem weiteren Drucksteuerkreis (B), welcher vom ersten Kreis verschieden ist, vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass

auch im mindestens einen weiteren Kreis mit dem zu kalibrierenden Ventil (3') mittels der fremdkraftgespeisten Druckaufbaueinrichtung Druck aufgebaut wird, wobei dieser Druck geringer ist, als der Druck im ersten Kreis.

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Kalibrierdaten den Differenzdruck oder daraus ableitbare Größen umfassen und der Differenzdruck, bei dem der Öffnungsstrom des Ventils gemessen werden soll, zunächst durch Öffnen des gleichen Ventils eingestellt wird, wobei Hydraulikvolumen aus dem ersten Kreis in den weiteren Kreis abfließt, und dann das geöffnete Ventil wieder vollständig geschlossen wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Ventil bei einem vorher nach Anspruch 4 eingestellten und gemessenen Differenzdruck durch Variation des Ventilstroms langsam geöffnet wird und der Öffnungsstrom gemessen wird, wenn der Druck im ersten bzw. weiteren Kreis oder der Differenzdruck sich um ein festes vorgegebenes Maß verändert hat.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Kalibrierdaten mehrere Messwerte und/oder mehrere Messroutinen zum Zwecke der Genauigkeitsverbesserung oder Redundanz berücksichtigt werden.



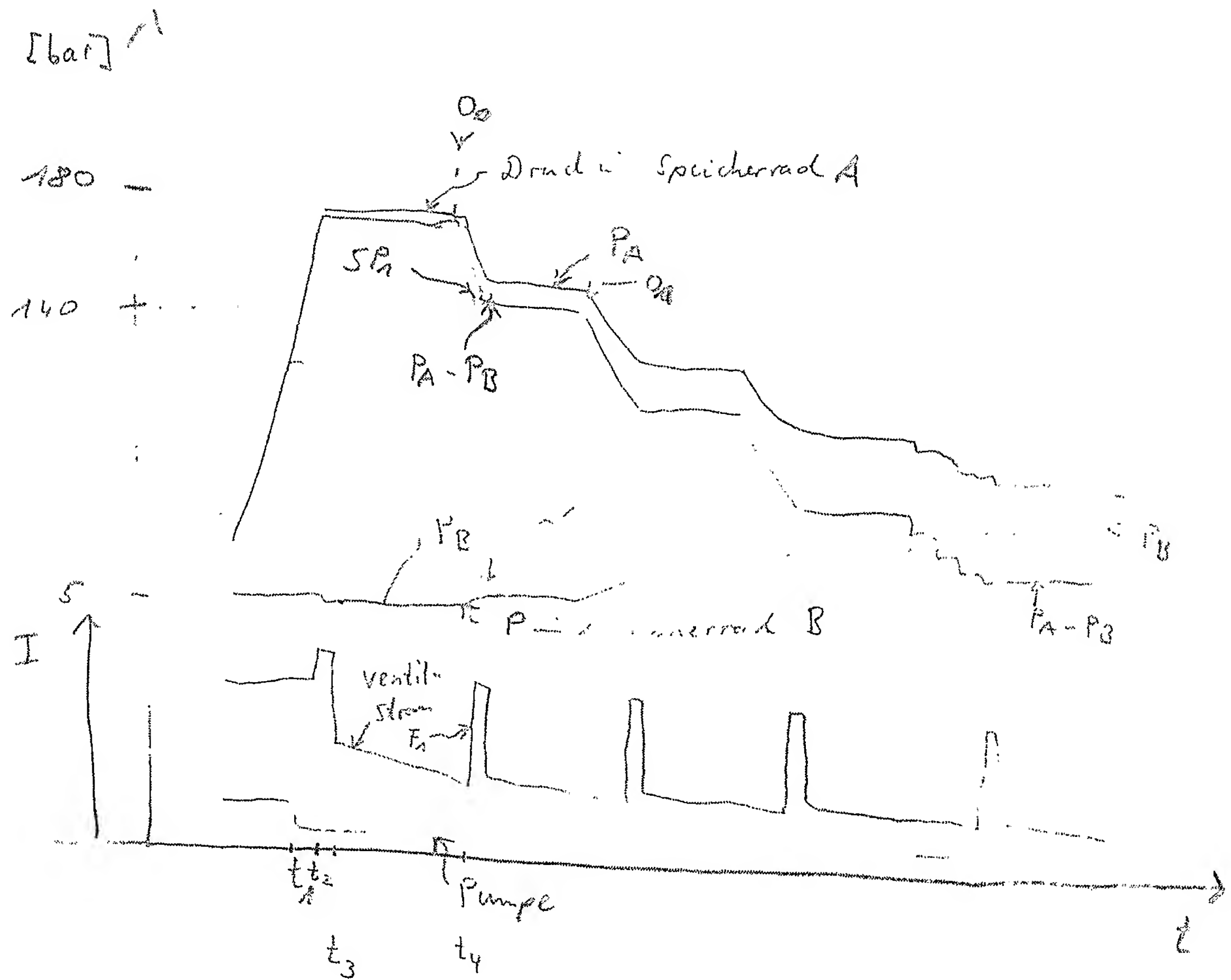


Fig. 2